

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

МАРТЫНЕНКО А. Т.

Доцент, кандидат технических наук

Скребковые конвейеры, как транспортирующие машины, имеют широкое распространение не только в горной промышленности, но и в других отраслях народного хозяйства, причем они применяются как самостоятельно, так и в виде рабочих органов в различных погрузочных механизмах. По условиям использования и характеру работы скребковые конвейеры, применяемые в угольной промышленности, подразделяются на стационарные и переносные. Если стационарные скребковые конвейеры получили широкое распространение, как транспортирующие машины, при оборудовании углеобогащительных фабрик, надшахтных зданий, ж.-д. погрузочных бункеров, складов полезного ископаемого, то переносные конвейеры используются преимущественно как промежуточный транспорт в очистных выработках. Стационарные конвейеры в большинстве случаев имеют высоту скребков, примерно равную высоте желоба, тогда как переносные в несколько раз меньше, следовательно, в силу этого и характер поведения материала при перемещении у обоих типов конвейеров будет различен. Согласно литературным источникам, многие авторы рекомендуют производительность скребковых конвейеров, имеющих высоту скребков, равную высоте желоба, определять по общей формуле транспортных устройств для сыпучих и кусковых материалов, где учитывается объем отдельных призм материала, перемещаемого скребками, т. е. по общеизвестной формуле

$$Q = 3,6 \frac{i}{a} v \gamma \text{ т/час.} \quad (1)$$

Точность получаемых результатов по вышеуказанной формуле будет зависеть от правильного определения объема материала, перемещаемого перед каждым скребком. На основании некоторых опытных данных установлено, что изменение объема материала перед скребками зависит от следующих факторов: а) рода и свойств перемещаемого материала; б) соотношения размеров скребков; в) шага скребков; г) угла установки конвейера и д) скорости движений скребков. Все вышеперечисленные факторы, при установлении объема материала, перемещаемого скребками, должны быть тем или иным путем, с достаточной степенью точности, учтены, так как иначе формула (1) может потерять практический смысл.

Единственные в своем роде опыты¹⁾ немецкого профессора Ганфштегеля с различными материалами дают некоторые указания для установления закона изменения объема материала, перемещаемого перед скребками, но эти опыты, к сожалению, не учитывали всех указанных выше факторов. Поэтому полученные проф. Ганфштегелем результаты остаются

¹⁾ Forschungsarbeiten, herausgegeben von VDI, № 145, 44.

справедливыми только для частных случаев. Согласно опытам проф. Ганфштенгеля, уголь перед скребками скапливается в виде массы трапециoidalного сечения (рис. 1), объем которой, при принятых на рисунке обозначениях, может быть вычислен по выражению

$$i = \frac{l + l_1}{2} b \cdot h.$$

Верхнее основание l_1 , как указывается проф. Спиваковским, необходимо принимать, согласно опытным данным проф. Ганфштенгеля, для средних значений h равным $0,16 h$. Нижнее основание трапециoidalного сечения для таких материалов, как уголь, кокс и угольная пыль, подсчитывается по выражению

$$l = l_1 + h \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

при постоянном значении величины α для данного материала.

Таким образом, как мы видим, прежде всего напрашивается вопрос — действительно ли величина l_1 зависит только от высоты скребка и не будет ли она еще менять своего значения в зависимости от скорости скре-

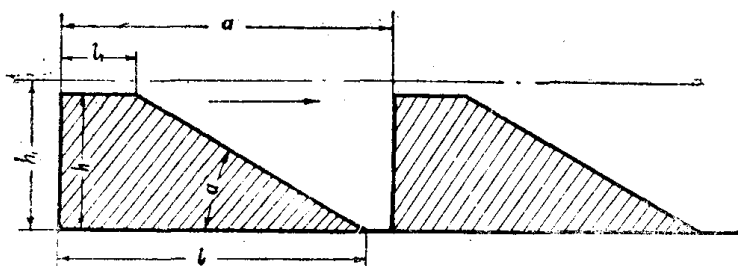


Рис. 1

ков, свойств перемещаемого материала и угла установки конвейера? По этому вопросу в работе проф. Ганфштенгеля прямых указаний не имеется. Что же касается выражения $h \cdot \operatorname{ctg} \alpha$, то оно постоянной величиной не будет, так как угол α является функцией многих переменных,

как-то: свойств перемещаемого материала, состояния рештаков, размеров скребков и т. п. Поэтому вычисленный по указанной выше формуле объем материала, перемещаемого скребком, можно рассматривать только как первую степень приближения.

Проф. П. С. Козьмин в своей книге „Машины непрерывного транспорта“ (часть 2, 1935 г.), анализируя результаты опытов проф. Ганфштенгеля, приходит к заключению, что с увеличением высоты слоя материала h будет изменяться как угол α , так и отношение l_1/h , не говоря уже о влиянии скорости движения скребков, о чем мы указывали выше. Фирма Link-Belt Engineering Co для скребковых конвейеров с трапециoidalным сечением²⁾ на основании проведенных опытов дает результаты, не сходные с опытами проф. Ганфштенгеля, который, приводя в своей книге данные материалы, рекомендует ими пользоваться с большей осторожностью в силу того, что неизвестно, к каким углам они относятся. Данное замечание проф. Ганфштенгеля, бесспорно, справедливо, так как нельзя пренебрегать свойствами материала.

Таким образом, как видим, экспериментальных данных, дающих возможность вскрыть определенную закономерность в изменении объема призмы материала, перемещаемого перед каждым скребком, с учетом всех факторов, влияющих на это, имеется далеко не достаточно. Поэтому вполне справедливо замечание проф. П. С. Козьмина, что до получения необходимых экспериментальных данных лучше всего производительность скребковых конвейеров рассчитывать по формуле транспортных устройств

²⁾ Проф. Ганфштенгель. Перемещение массовых грузов, 1927 г.

с непрерывным потоком, вводя соответствующий коэффициент заполнения желоба.

Далее встает вопрос: как правильно выбрать значение коэффициента заполнения желоба?

Если исходить из опытных данных проф. Ганфштенгеля, то при сравнении формул производительности, выраженных через перемещение материала отдельными призмами и распределенным слоем по желобу, коэффициент заполнения получается, примерно, около 0,5. Между тем, как известно из нашей практики эксплуатации скребковых конвейеров, а также данных американских фирм, значение коэффициента заполнения желоба при транспортировании угля рекомендуется принимать больше, чем было указано выше. В виду того, что коэффициент заполнения желоба $\phi = 0,5$ является частным случаем соотношения высоты скребков к шагу, т. е. $a_0 = 3h$, проф. Спиваковский³⁾ в формулу производительности скребковых конвейеров, выраженной через равномерно распределенный поток угля по желобу, предлагает к вышеуказанному коэффициенту вводить поправку, учитывающую изменение шага скребков, представляющего отношение $\frac{a_0}{a}$. Тогда общая формула производительности принимает следующий вид:

$$Q = 36 \cdot bh \cdot v \cdot \frac{a_0}{a} \text{ т/час.} \quad (2)$$

При установлении поправочного коэффициента проф. А. О. Спиваковский исходит из того, что практически расстояние между скребками не бывает намного меньше утроенной высоты скребков, а поэтому объем материала перед скребками уменьшается незначительно за счет срезывания острого угла трапеции (рис. 1). К сожалению, это не совсем так; достаточно посмотреть на соотношения высоты скребков к принятому шагу у типовых скребковых конвейеров Шахтстроя, чтобы убедиться в обратном. В самом деле, для типовых конвейеров это отношение колеблется от $+460 \text{ мм}$ до -360 мм , т. е. расстояние между скребками может быть на 460 мм больше утроенной высоты скребков и на 360 мм меньше. Фирма Link Belt Engineering Co для скребковых конвейеров с трапециoidalным сечением дает расстояние между скребками также со значительным отклонением от утроенной высоты, т. е. от -159 мм до $+304 \text{ мм}$.

Таким образом, как видно из приведенных примеров, практически расстояние между скребками по отношению к утроенной высоте скребков колеблется в значительных пределах, а поэтому изменение объема материала перед скребками будет не таким уж незначительным, как это представляется проф. Спиваковскому. Кроме этого, нельзя согласиться с тем, что простая зависимость поправочного коэффициента к общему коэффициенту заполнения желоба, учитывающая только изменение шага скребков, может восполнить неточности формулы для определения производительности скребковых конвейеров, выраженной через перемещение материала отдельными призмами. Нам представляется, что изменение объема материала перед скребками будет происходить далеко не по простой зависимости, так как площадь сечения материала, перемещаемого скребками, как уже указывалось выше, зависит от многих факторов, которые не были учтены в опытах, поставленных проф. Ганфштенгелем.

Если сравнить результаты, получаемые по формуле проф. Спиваковского (форм. 2) с опытными данными фирмы Link-Belt Engineering Co

³⁾ А. О. Спиваковский. Конвейерные установки, часть 1, 1935 г.

для скребковых конвейеров с трапецидальным сечением при высоте скребков от 102 мм до 254 мм и ширине 254—610 мм для шага в 406, 457 и 610 мм, то получаются большие расхождения, достигающие в отдельных случаях до 50%, и более. Так, например, при $h=102$ мм, $b=305$ мм, $a=610$ мм и скорости движения скребков в 0,51 м/сек,—фирма дает часовую производительность в 26 т/час, а по формуле проф. Спиваковского получается только 11,5 т/час.

По данным Шахтстроя, для типовых конвейеров отклонения получаются еще более разительными и достигают до 70%. Как известно, Шахтстрой для типовых конвейеров дает различные производительности только в зависимости от размеров скребков, изменение же шага не принимается во внимание. Очень характерным является то обстоятельство, что при шаге скребков, равном $3h$ (по данным Шахтстроя) производительность получается на 40—45% больше, чем по формуле проф. Спиваковского.

Анализируя формулу проф. Спиваковского по данным типовых скребковых конвейеров Шахтстроя, мы усматриваем следующую закономерность.

1. С увеличением размеров скребков при минимальных расстояниях между скребками расхождение в результатах уменьшается, а в некоторых случаях формула Спиваковского дает производительность на 10% даже больше табличных данных Шахтстроя.

2. С уменьшением размеров скребков и увеличением шага до пределов, принятых Шахтстроем, формула Спиваковского дает производительность по отношению к табличным данным, заниженную на 43—70%.

3. С уменьшением расстояния между скребками в пределах, принятых Шахтстроем для типовых конвейеров по формуле Спиваковского, производительность возрастет на 166—242%.

В формуле производительности скребкового конвейера, составленной в предположении равномерного распределения угля по желобу, выражение $\psi = \frac{a_0}{a}$ представляет собой по существу общий коэффициент наполнения.

Поэтому небезынтересно его проверить по каталожным данным некоторых иностранных фирм. Ниже приводим таблицу, в которой для сопо-

Т а б л и ц а 1

Наименование фирмы	Размеры скребков $h \times b$ (мм)	Шаг скребков a (мм)	Коэффициент наполнения	
			По данным фирмы	По выражению $\psi = \frac{a_0}{a}$
Link-Belt	от 102×254 до 152×457	610	0.8	0.25—0.374
Link-Belt	от 203×406 до 305×914	610—914	0.8	0.5
Stephens-Adamson . . .	от 101×254 до 305×914	406—914	0.5—0.8	0.737—0.5
Chain-Belt	от 102×254 до 254×610	406—610	0.65—0.85	0.377—0.625
Jeilrey	от 127×254 до 305×914	660—914	0.8	0.288—0.5
Bartlett and Snow . . .	от 102×305 до 254×914	610	0.53—0.72	0.25—0.625

ставления даются значения общего коэффициента наполнения желоба как вычисленные по указанной выше формуле проф. Спиваковского, так и рекомендуемые иностранными фирмами.

Как видно из приведенных в этой таблице данных, значение общего коэффициента наполнения желоба, подсчитанного по формуле проф. Спиваковского, почти во всех случаях получается меньше рекомендуемых фирмами.

Таким образом, на основании проведенного анализа, руководствуясь соображениями проф. Спиваковского, которые им были положены в основу при составлении своей формулы, мы приходим к следующему предварительному заключению.

а) Считаем ошибочным утверждение, что принимаемое расстояние между скребками практически никогда не бывает намного меньше или больше утроенной высоты скребков.

б) Исходя из условий только производительности конвейеров, мы видим, что отпадает необходимость в установлении различных значений шага скребков для одних и тех же размеров скребков, что не подтверждается практикой.

в) Согласно формуле, предложенной проф. Спиваковским, производительность для типовых скребковых конвейеров при нижних пределах шага скребков очень резко падает, поэтому отпадает всякая целесообразность в сохранении вышеуказанных размеров, что требует экспериментальной проверки.

г) Коэффициент наполнения желоба $\psi = 0,5$, вычисленный проф. Спиваковским из сопоставления формул производительности для шага скребков, равного утроенной высоте их, несет в себе серьезные погрешности, или, в лучшем случае, его значение справедливо только для частных соотношений, при которых экспериментировал проф. Ганфштенгель.

е) Исходя из условий производительности и вместе с тем целесообразного расхода мощности на преодоление сопротивлений холостого хода, нам представляется, что оптимальные расстояния между скребками будут находиться в пределах до $3h$.

А. А. Лукашев в своей книге „Транспорт на поверхности рудников“, 1933 г.—в формулу производительности скребковых конвейеров, выраженной через перемещение материала отдельными призмами (формула 3), предлагает вводить поправочный коэффициент ψ , учитывающий заполненные желоба материалом перед скребками,

$$Q = 3,6 \psi \frac{i}{a} v \gamma \text{ т/час.} \quad (3)$$

Значение поправочного коэффициента ψ Лукашев определяет по эмпирической зависимости $\psi = \rho (1,25 - \eta \pi)$, где ρ — практический коэффициент, принимаемый в пределах от 1,75 до 2,25; η — отношение высоты скребка к его ширине и π — количество скребков, приходящихся на 1 погонный метр конвейера. Следовательно, как мы видим, сам факт введения поправочного коэффициента в вышеуказанную формулу ставит под сомнение значение истинного объема (i) перемещаемого скребками материала, определяемого по методу проф. Ганфштенгеля. Если проф. А. О. Спиваковский вводит поправку к коэффициенту наполнения, отчасти согласуемую с опытными данными проф. Ганфштенгеля, то Лукашев идет по пути подбора коэффициентов, дающих возможность в определенной арифметической зависимости с некоторыми параметрами установить поправочный коэффициент непосредственно. Согласно указаний, имеющих-ся в книге А. А. Лукашева, значение поправочного коэффициента, на

основании опытных данных, должно приниматься в пределах от 0,6 до 0,95, т. е. меньше единицы. Казалось бы, что и эмпирическая формула, предложенная Лукашевым, должна давать результаты, согласуемые с опытными данными, на которые он ссылается, между тем, при проверке, по данным иностранных фирм и типовым конвейерам Шахтстроя, почти во всех случаях значение поправочного коэффициента получается больше единицы.

Ниже приводим таблицу результатов подсчета значения поправочного коэффициента ψ по формуле А. А. Лукашева, при $\rho = 2$ (табл. 2).

Таблица 2

Тип конвейера	Размеры скребков $h \times b$ (мм)	Шаг скребков a (мм)	$\psi = \rho (1,25 - \gamma/n)$
Шахтстроя	140 \times 450	420 — 800	1.02 — 1.72
	140 \times 600	420 — 800	1.39 — 1.92
	180 \times 600	420 — 1000	1.07 — 1.9
	180 \times 800	420 — 1000	1.43 — 2.05
	250 \times 800	420 — 1000	1.02 — 1.88
	250 \times 1000	420 — 1000	1.31 — 2.00
	320 \times 1000	600 — 1000	1.43 — 1.86
	320 \times 1200	600 — 1000	1.61 — 1.97
Фирмы Link-Belt	102 \times 254	610	1.18
	152 \times 457	610	1.41
	203 \times 406	610	0.86
	305 \times 914	914	1.77
Фирмы Stephens-Adamson	101 \times 254	406	0.54
	305 \times 914	914	1.77
Фирмы Chain-Belt	102 \times 254	406	0.52
	254 \times 610	610	1.14
Фирмы Jeffrey	127 \times 254	660	0.99
	305 \times 914	914	1.77
Фирмы Bartlett and Snow	102 \times 305	610	1.4
	254 \times 914	610	1.59

Анализируя формулу А. А. Лукашева, мы считаем необходимым указать прежде всего на то обстоятельство, что поправочный коэффициент ψ в том понятии, в каком он представлен Лукашевым, должен иметь значение всегда меньше единицы, а, следовательно, и производительность конвейера, подсчитанная по формуле 3, будет меньше, чем по формуле 1. Если по формуле проф. Спиваковского (формула 2) производительность конвейера падает только в случае, когда расстояние между скребками больше утроенной высоты скребков ($a > 3h$), то по Лукашеву, независимо от этого, как в том, так и другом случае, производительность уменьшается. Таким образом, производительность скребковых конвейеров, подсчитанная по формуле 1, как известно, и так дает заниженные результаты; при введении же в нее поправочного коэффициента меньше единицы, как предлагается А. А. Лукашевым, она становится просто непригодной для практического пользования.

Результаты проведенных нами подсчетов показывают, что уравнение для вычисления поправочного коэффициента, предложенное А. А. Лука-

шевым, вопреки его указаниям в большинстве случаев дает значение больше единицы. Не вдаваясь в оценку правильности абсолютных значений коэффициента (табл. 2), необходимо указать только на то, что этот поправочный коэффициент в формуле производительности скребковых конвейеров, выраженный через перемещение материала отдельными призмами перед скребками, как показывает практика, должен быть действительно больше единицы.

В уравнении для поправочного коэффициента ψ , как указывалось выше, фигурирует практический коэффициент ρ , значение которого колеблется в определенных пределах. Хотя его численное значение А. А. Лукашевым и дается, но какова его природа, на основании каких опытов он получен, к сожалению, в книге никаких указаний и ссылок по этому вопросу не имеется. Что же касается других параметров—соотношения размеров скребков, количества скребков, приходящихся на 1 погонный метр, и постоянного коэффициента 1,25, то нам представляется, что этого еще далеко не достаточно для установления закона изменения объема призм материала перед скребками.

Взять хотя бы скорость движения материала, которая несомненно оказывает существенное влияние на изменение объема и формы материала, перемещаемого перед скребками. Это не требует особых доказательств, так как совершенно понятно, что силы трения внутри сыпучего материала, под действием различных по величине внешних сил, будут изменять свое значение. То же самое необходимо сказать и в отношении свойств перемещаемого материала и других параметров, на что совершенно справедливо указывает проф. П. С. Козьмин.

Таким образом, резюмируя сказанное выше, мы считаем, что значения коэффициента могут быть определены только практическим путем, и только на основе детальных экспериментальных исследований можно установить закономерность в изменении объема материала, перемещаемого скребками.

Производительность скребковых конвейеров, установленных под некоторым углом к горизонту, теоретически подсчитывается в предположении изменения объема материала, перемещаемого скребками, за счет изменения общего угла откоса материала на конвейере относительно линии горизонта (рис. 2). При этом предполагают, что верхнее основание трапециoidalного сечения материала остается таким же, как и у горизонтально установленных конвейеров, а нижнее изменяет свое значение пропорционально углу установки конвейера— β . В соответствии с данными соображениями объем материала, перемещаемого перед скребками, рекомендуется вычислять по нижеприводимому выражению:

$$i = \left[l_1 + \frac{h \cdot \operatorname{ctg} (\alpha \pm \beta)}{2} \right] bh \quad (4)$$

Вычисленные значения i по данному выражению, как указывается проф. Спиваковским, получаются несколько меньше опытных данных иностранных фирм. Однако, если учесть, что плоскость откоса материала вместе с днищем наклонного желоба создают опору для некоторого добавочного количества материала (рис. 2), то благодаря этому угол откоса может быть уменьшен на величину δ . При значении $\delta = 7-8^\circ$, вычисленный объем материала по вышеуказанному выражению согласуется с опытными данными (А. О. Спиваковский „Конвейерные установки“, часть 1, стр. 439).

Таким образом, как видим, эта теория построена также на результатах опытных данных проф. Ганфштегеля. Поэтому абсолютное значение получаемых результатов в изменении объема материала, перемещаемого

мого скребками, при наклонных установках конвейера могут представлять интерес только для относительного сравнения, так как подробных экспериментальных исследований, на основании которых можно было бы

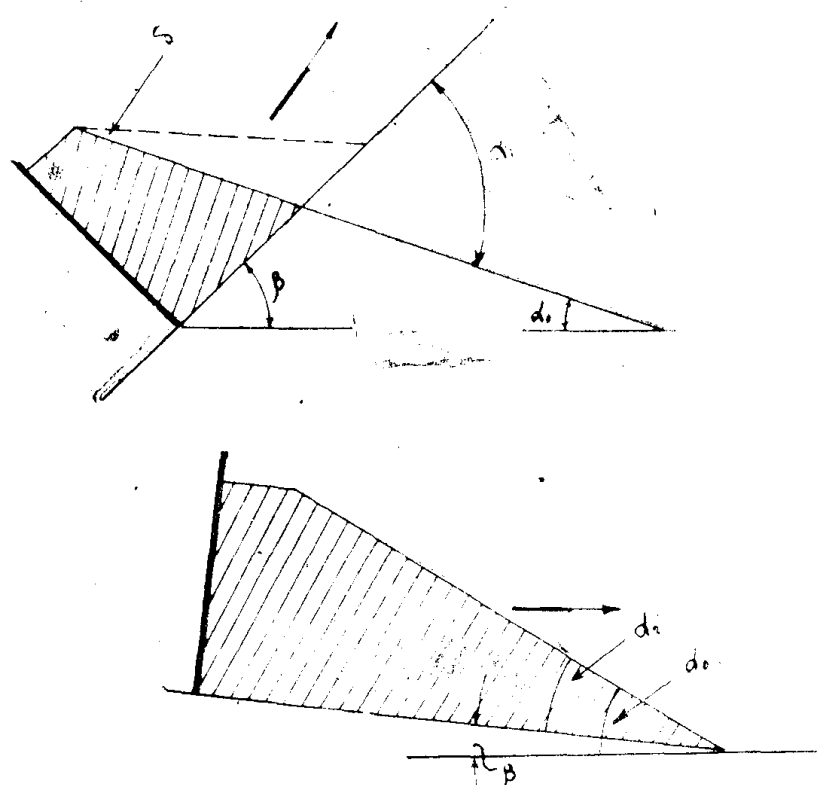


Рис. 2

подтвердить правильность получаемых результатов, имеется далеко недостаточно.

Шахтстрой для типовых конвейеров не дает различия в производительности их при установках до 22° , тогда как некоторые иностранные фирмы (Bartlett and Snow, Chain-Belt) при угле в 10° рекомендуют уменьшать производительность на 15—20%. Ниже приводим табл. 3, в которой дается производительность наклонных конвейеров в процентах по отношению к горизонтальным установкам, полученная некоторыми иностранными фирмами на основании своих опытов, а также подсчитанная теоретическим путем по формуле проф. А. О. Спиваковского.

Таким образом, как видим, наиболее подробные данные даются фирмой Link-Belt Engineering Co. Расхождение в результатах у них получается в пределах до 10%. Данное обстоятельство можно отнести, очевидно, за счет неточности измерений, так как трудно представить себе, чтобы размеры скребков оказывали какое-либо влияние в данном случае на изменения объема материала, перемещаемого скребками.

При подсчете теоретическим путем результаты получаются, примерно, сходные с данными иностранных фирм, только при введении добавочного угла $\delta = 7^\circ$ без которого производительность получается сильно заниженной по отношению к опытным данным. Считаем необходимым отметить, что некоторое сомнение вызывает значение добавочного угла δ , как постоянной величины для всех углов установки конвейера β . Нам представляется, что добавочный угол δ должен быть функцией угла β , иначе при малых углах установки конвейера, до $7-8^\circ$, производительность будет получаться больше, чем на горизонтальных установках, чего

Таблица 3

	Размеры скребков $h \times b$ (мм)	Шаг скребка b (мм)	Угол установки					
			5°	10°	15°	20°	25°	30°
Link-Belt	102 × 254	610	—	80	—	65	—	47.5
	102 × 305	610	—	85	—	61.5	—	46.4
	127 × 305	610	—	84	—	64.5	—	48.5
	127 × 381	510	—	88	—	69.0	—	47.5
	152 × 457	610	—	83.5	—	68.5	—	53.7
	203 × 457	610	—	79.3	—	63.5	—	53.7
	203 × 508	610	—	80.0	—	63.2	—	53.7
	203 × 600	610	—	89.3	—	71.2	—	53.3
	254 × 610	610	—	87.3	—	70.0	—	52.5
Stephens-Adamson	—	—	—	—	—	77	—	55
Bartlett and Snow	—	—	—	87	—	65	—	47
Chain-Belt	—	—	—	80	—	65	—	47
Leffrey	—	—	—	—	54	—	—	40
Краматорский завод	—	—	—	—	50—60	—	—	40—45
По уравнению (4)	—	—	80	68	58	51	46	39
По уравнению (4)*	—	—	110	89	72	62	53	47

не должно быть. Кроме этого, необходимо заметить, что формула изменения объема материала для наклонных установок конвейера теоретически правильна только до определенных пределов угла β . В самом деле, при установке конвейера на уклоне при $\beta = \alpha$ производительность возрастает до бесконечности, чего не может быть, так как в данном случае уголь при угле $\beta = 21-22^\circ$ должен идти самотеком, а это может произойти только в том случае, если величина данного угла больше угла трения сыпучего материала о рештак. При значении $\beta > \alpha$ формула теряет физический смысл.

Проф. Спиваковский, анализируя свою формулу, приходит к заключению, что при угле наклона рештаков конвейера, равном углу естественного откоса, материал пойдет самотеком. Мы считаем, что материал может ссыпаться по рештаку и при угле установки конвейера меньше угла естественного откоса, но только здесь будет не ссыпание, а скольжение как бы застывшей призмы сыпучего материала по рештаку, так как в отдельных случаях угол трения материала о рештак может быть меньше угла трения внутри сыпучего материала.

Таким образом, рассмотренная теоретическая основа расчета производительности скребковых конвейеров, установленных под некоторым углом к горизонту, нуждается в соответствующем корректировании. Для

*) Вычислено с учетом угла δ , как отношение объемов материала перед скребками—наклонной установки к горизонтальной для $\alpha = 21^\circ$ и $\delta = 7^\circ$.

этого прежде всего необходимо экспериментальным путем установить зависимость угла δ , как функцию от β , а также соотношение между углом трения сыпучего материала о рештак и углом естественного откоса (с учетом рода, свойств перемещаемого материала и состояния рештаков конвейера).

Переходя к рассмотрению скребковых конвейеров с утопленными скребками в массе ископаемого, прежде всего необходимо отметить полное отсутствие в нашей литературе каких-либо материалов исследовательского характера. Имеющаяся учебная литература, относящаяся к данному вопросу, посвящена главным образом описанию конструкций, всевозможным преимуществам и недостаткам и в меньшей степени теории расчета. Между тем, теория расчета данных типов конвейеров хотя бы в части определения производительности, не может быть уподоблена ленточным конвейерам, так как средняя скорость движения материала в данном случае не будет равна скорости движения цепи.

Как уже было указано выше, у скребковых конвейеров, применяемых в подземных условиях, высота скребков во много раз меньше высоты стенок желоба. Так, например, секционный скребковый конвейер Джеффри, тип 47-А, имеет высоту скребков 42 мм, а высоту стенок желоба 220 мм, т. е. в 5 раз больше; у конвейера типа СТ-5—примерно в 3 раза. Поэтому есть основание предполагать, что скорость движения верхних слоев материала будет отставать от скорости движения цепи. Кроме того, при транспортировании материала различной крупности, как, например, рядового угля, скребками конвейера крупным кускам вместе с поступательным движением будет сообщаться и вращательное. Таким образом, в формулу производительности скребковых конвейеров указанного типа необходимо вводить поправочный коэффициент, учитывающий отставания материала от скорости движения цепи. При исследовании работы качающихся и скребковых конвейеров в производственных условиях треста Ленинуголь Кузбасскомбината, проведенном инженером Кропачевым, путем простых наблюдений был установлен факт отставания угля от скорости движения цепи. Хотя эти опыты и не носили специального характера, но сам факт заслуживает внимания и требует серьезных специально поставленных экспериментальных исследований.

В сечении рештаков рассматриваемого типа конвейеров, движение материала происходит при взаимном перемещении частиц, особенно это сказывается при транспортировании материала различной крупности. Это происходит вследствие того, что частицы материала испытывают в различный момент различные силы трения. Частицы сыпучего материала при движении на конвейере могут находиться под действием нормальных сил трения, сил трения качения, так называемых абразивных сил трения истирания, а также несомненно здесь будут оказывать свое влияние и массы отдельных частиц транспортируемого материала. Все эти силы трения во взаимном сочетании будут создавать в массе сыпучего материала какую-то силу трения обуславливающую отставания материала в верхних слоях от скорости движения цепи со скребками.

Изменение величины сил трения внутри сыпучего материала будет обуславливаться не только свойствами транспортируемого материала, здесь еще будут влиять и внешние факторы, как-то: скорость движения скребков, угол установки и тип конвейера. Ввиду того, что скорости движения цепи у данных типов конвейеров принимаются небольшие, этот фактор самостоятельно (вне сочетания с другими) особого влияния оказывать не будет, так как трудно предположить, чтобы изменение скорости в небольших пределах для одного и того же материала, при всех прочих равных обстоятельствах, сказывалось на коэффициенте внутреннего трения перемещаемого материала.

Изменение угла установки конвейера, а также шага и размеров скребков в данном случае будут обуславливать значительное отставание угля, которое необходимо учитывать каким-то поправочным коэффициентом к скорости движения скребков.

Переносные скребковые конвейеры в отличие от стационарных, работают при непрерывном потоке материала, и если питание постоянное, то материал располагается равномерно распределенным слоем по желобу. Поэтому производительность необходимо подсчитывать по общей формуле для транспортных устройств при непрерывной струе материала с внесением в нее двух поправочных коэффициентов, учитывающих, с одной стороны, наполнение желоба, с другой—отставание материала от скорости движения скребков, при различных условиях работы конвейера.

Для данного типа конвейеров коэффициент наполнения желоба не является принципиальным вопросом, который бы требовал теоретического и экспериментального исследования, так как в данном случае его значение является функцией способа подачи материала на конвейер. Для целей установления производительности его нужно принимать равным единице, а для определения мощности необходимо иметь в виду возможное наполнение рештаков с верхом. Однако коэффициент наполнения желоба является таким фактором, которым нельзя пренебречь при постановке опытов на предмет установления средней скорости движения материала на конвейере. Что касается коэффициента, учитывающего отставание материала от скорости движения скребков, то здесь необходимы детальные экспериментальные исследования, на основании которых только можно установить определенную закономерность в изменении скорости движения материала в сечении рештака в зависимости от всех факторов, влияющих на величину отставания.

Итак, резюмируя все изложенное выше, мы устанавливаем, что скребковые конвейеры, как транспортные машины, не имеют достаточно обоснованной теории расчета в вопросе определения производительности, подтвержденной опытами детальных экспериментальных исследований. Поэтому задачей нашей дальнейшей работы является теоретическое и экспериментальное исследование работы данных типов конвейеров.